

## Tratamento por Oxidação Química In-Situ de Solventes Clorados em Área de Produção de uma Indústria em Operação



**Fernando Medeiros, TECNOHIDRO Projetos Ambientais/Brasil**

**Isaac Aboulafia, MECX/USA**

## Dados da Área

- ❖ **Fábrica de Produtos Domésticos (em operação)**
- ❖ **2 Zonas Verticais de Tratamento: 4 – 9 m argilo/arenoso; 9 – 12 argiloso**
- ❖ **Histórico de Vazamento: Percloroetileno**
- ❖ **Operação de Sistema de Bombeamento e Tratamento por 6 Anos**

## Desafios do Projeto?



Logística e  
Manuseio de  
Químicos



Poços de Injeção  
(Área de Produção)



- Controle de Temperatura na Injeção
- Controle da Pressão de Injeção
- Selamento das Zonas Verticais de Tratamento

## Processo do Projeto ISCO

- ❖ **Definição do Oxidante**
- ❖ **Teste em Laboratório de Tratabilidade**
- ❖ **Modelagem da Demanda de Oxidante e Reagentes**
- ❖ **Aplicação em Campo do Projeto**

## Definição do Oxidante

<u>Oxidantes</u>	<u>Volts<sup>(1)</sup></u>
Fluor (F)	3.0
Radical Hidroxila (OH•)	2.7
Sulfate Radical (SO <sub>4</sub> •)	2.6
Ozone (O <sub>3</sub> )	2.4
Persulfato (S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>-2</sup> )	2.1
Peróxido de Hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	1.8
Permanganato (MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	1.7
Cloro (Cl <sub>2</sub> )	1.4

**Tecnologia Selecionada: Persulfato de Sódio Ativado  
ativado por Peróxido de Hidrogênio (CHP)**

## Métodos de Ativação do Persulfato de Sódio

- Presença de Metais de Transição
- Temperatura ( 40 °c)
- Peróxido de Hidrogênio
- pH Alcalino
- UV



Peróxido de Hidrogênio Catalizado (CHP) utiliza simultaneamente **3 dos 5 métodos de ativação**

## Teste em Laboratório de Tratabilidade

Os objetivos primários de um teste de tratabilidade são:

- Determinar a reatividade do meio físico da área a ser tratada
- Selecionar a melhor formulação do reagente
- Observar reações adversas, caso ocorram

**Estequiometria da reação é apenas uma fração pequena da quantidade real de oxidante requerida para um projeto ISCO**

## Segurança do Persulfato de Sódio

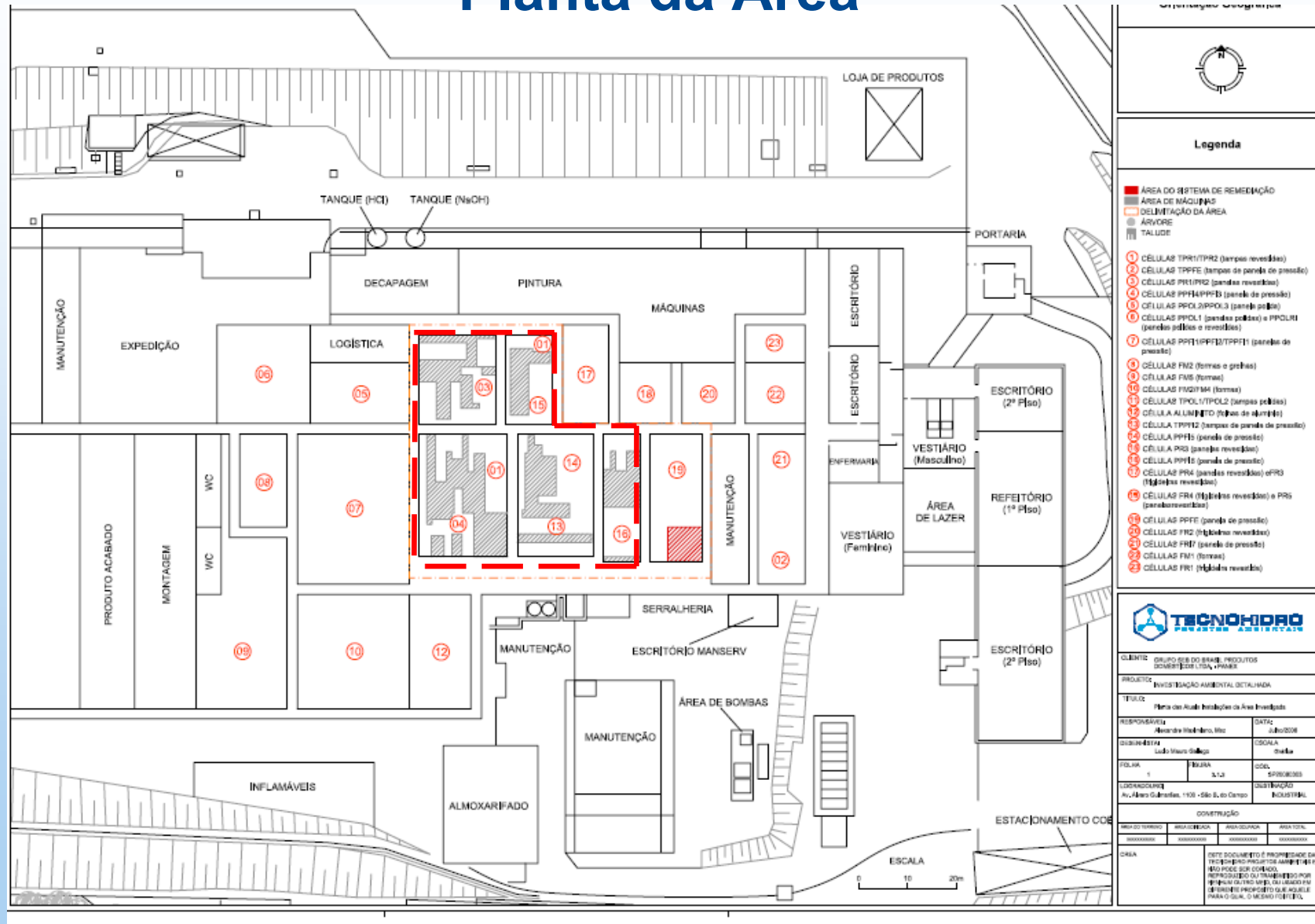
- Todos os oxidantes químicos requerem cuidados para utilização/manuseio
- Equipamento/tubulações preferencialmente Aço Inox (304 ou 316)
- Outros metais causam decomposição e reações adversas
- pH da solução de Persulfato <2
- Estocagem de Persulfato em local ventilados e coberto
- Mistura de solução de Persulfato em tanques ventilados




## Dados do Projeto

- ❖ **Área de Tratamento: 2000 m<sup>2</sup>**
  
- ❖ **38 poços de injeção, sendo 16 com dois níveis de injeção**
  
- ❖ **30 Toneladas de químicos injetados (Oxidante e Reagentes)**
  
- ❖ **10 dias corridos de injeção com um grupo de 7 pessoas**
  
- ❖ **1500 m de mangueira, entre outros insumos**

# Planta da Área




Um parâmetro ambiental por



**Legenda**

- ÁREA DO SISTEMA DE REMEDIAÇÃO
- ÁREA DE MÁQUINAS
- DELIMITAÇÃO DA ÁREA
- ÁRVORE
- ▨ TALUDE

- 01 CÉLULAS TPPI1/TPR2 (tampas reversíveis)
- 02 CÉLULAS TPPI2 (tampas de parede de pressão)
- 03 CÉLULAS PP11/PP2 (paredes reversíveis)
- 04 CÉLULAS PP11/PP10 (paredes de pressão)
- 05 CÉLULAS PPO1/PP03 (paredes de pressão)
- 06 CÉLULAS PP01 (paredes de pressão)
- 07 CÉLULAS PP01 (paredes de pressão)
- 08 CÉLULAS PP11/PP10/TPPI1 (paredes de pressão)
- 09 CÉLULAS PR2 (tornas e grelhas)
- 10 CÉLULAS FMS (tornas)
- 11 CÉLULAS FMS (tornas)
- 12 CÉLULAS TP02/TP4 (tornas)
- 13 CÉLULAS TP01/TP02 (tampas de pressão)
- 14 CÉLULA ALUMÍNIO (tornas de alumínio)
- 15 CÉLULA TPPI2 (tampas de parede de pressão)
- 16 CÉLULA PP10 (paredes de pressão)
- 17 CÉLULA PR3 (paredes reversíveis)
- 18 CÉLULA PP10 (paredes de pressão)
- 19 CÉLULAS PR4 (paredes reversíveis) e PR3 (paredes reversíveis)
- 20 CÉLULAS PR4 (paredes reversíveis) e PR3 (paredes reversíveis)
- 21 CÉLULAS PP10 (paredes de pressão)
- 22 CÉLULAS PR2 (paredes reversíveis)
- 23 CÉLULAS PR1 (paredes de pressão)
- 24 CÉLULAS PR1 (paredes reversíveis)
- 25 CÉLULAS PR1 (paredes reversíveis)



**TECNOHIDRO**  
INSTRUMENTAÇÃO AMBIENTAL

CLIENTE: GRUPO REB DO BRASIL PRODUTOS QUÍMICOS LTDA, SPANEX

PROJETO: INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL DETALHADA

TÍTULO: Planta com Análise Inicial de Área Investigada

RESPONSÁVEL: Alexandre Rodrigues, MSc DATA: Julho/2008

COORDENADOR: Luiz Manoel Galvão ESCALA: 1:1000

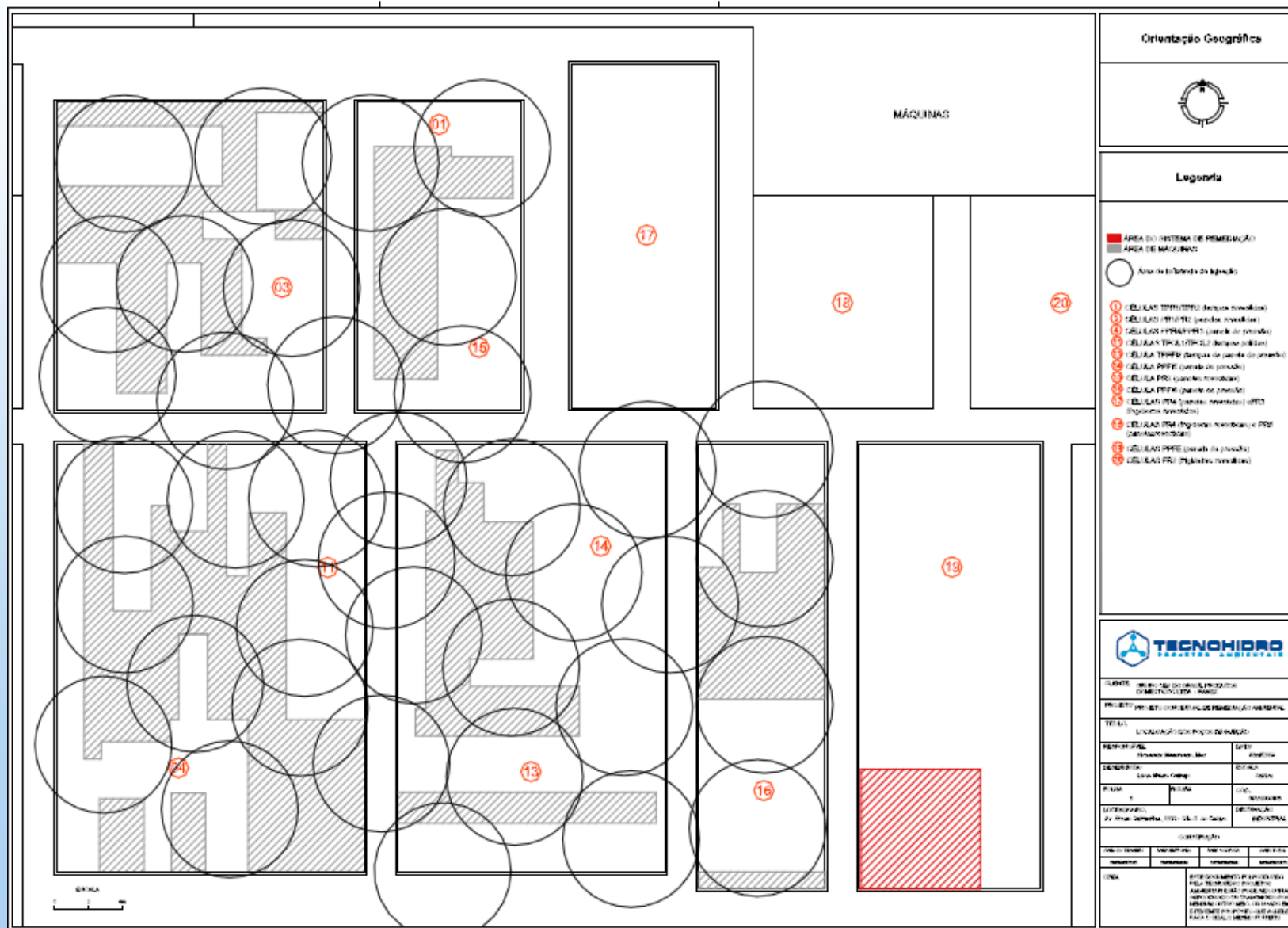
FOLHA: 1 DE 1 COL: 0001

LOCALIZAÇÃO: Av. Alberto Galvão, 1100 - São S. do Campo - SÃO CARLOS - SP - BRASIL

CONSTRUÇÃO			
ÁREA TERRENO	ÁREA ÚTIL	ÁREA COBERTA	ÁREA TOTAL
REVISADO	REVISADO	REVISADO	REVISADO

NOTA: ESTE DOCUMENTO É PROPRIEDADE DA TECNOHIDRO INSTRUMENTAÇÃO AMBIENTAL E NÃO DEVE SER COPIADO, REPRODUZIDO OU TRANSMITIDO POR MEIOS ELETRÔNICOS OU MECÂNICOS SEM O CONSENTIMENTO PRÉVIO DO PROPRIETÁRIO. A REPRODUÇÃO DESTE DOCUMENTO SEM O CONSENTIMENTO PRÉVIO DO PROPRIETÁRIO É PROIBIDA.

# Detalhe da Área de Injeção



**Orientação Geográfica**



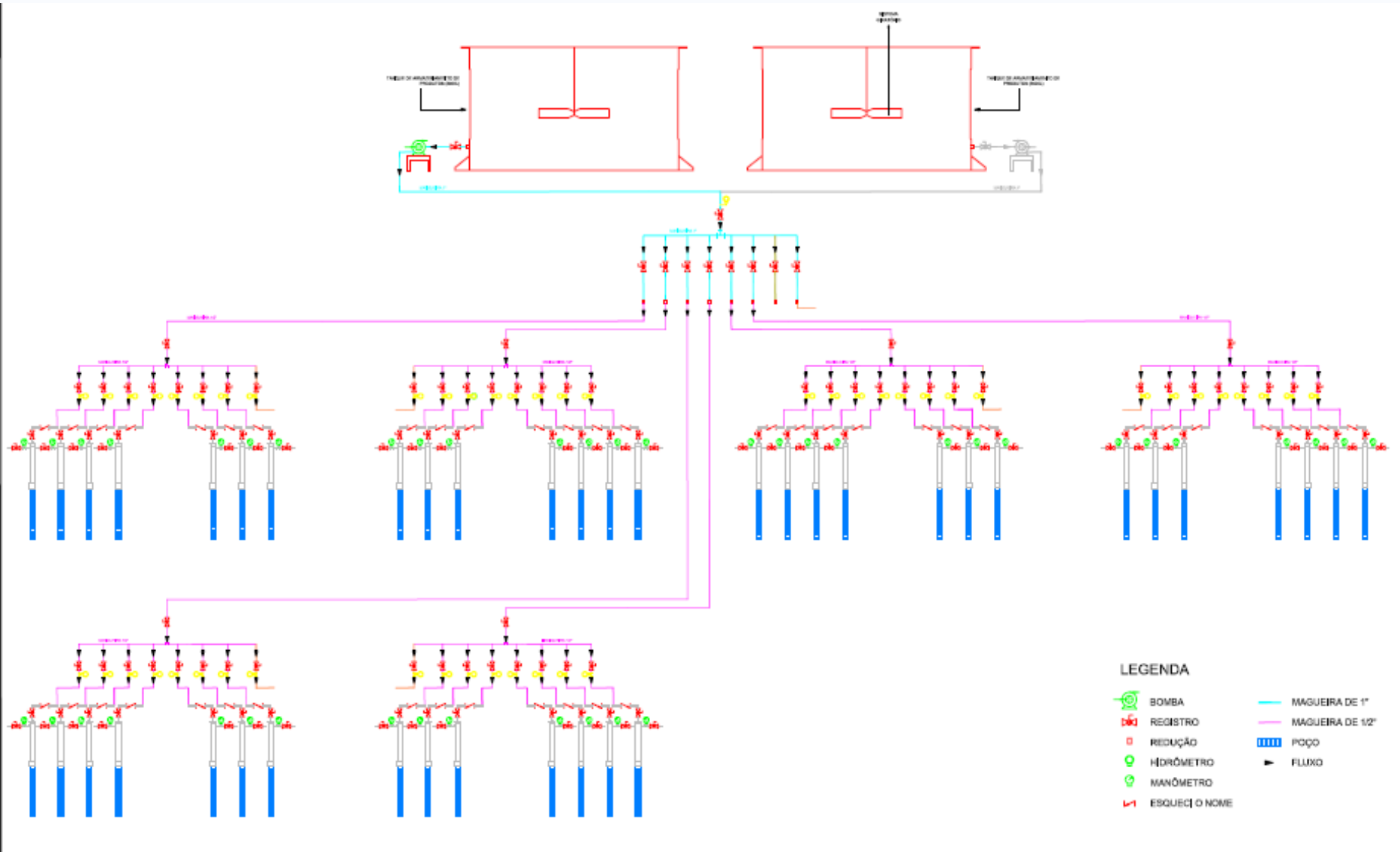
**Legenda**

- ÁREA DO SISTEMA DE REMEDIÇÃO
  - ÁREA DE MÁQUINAS
  - Área de influência da injeção
- 1) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 2) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 3) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 4) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 5) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 6) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 7) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 8) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 9) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 10) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 11) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 12) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 13) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 14) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 15) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 16) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 17) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 18) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 19) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)
  - 20) CÉLULA TRIPOLITRIS (semelhante)



<b>CLIENTE:</b> INSTITUTO DE ANÁLISES E DIAGNÓSTICO AMBIENTAL - IANAD			
<b>PROJETO:</b> PROJETO DE REMEDIÇÃO AMBIENTAL - IANAD			
<b>TÍTULO:</b> LAYOUT DE INJEÇÃO DE REAGENTES			
<b>REVISÃO Nº:</b>	<b>REVISÃO:</b>	<b>DATA:</b>	<b>FEITO POR:</b>
<b>DESENHISTA:</b>	<b>PROJETA:</b>	<b>DATA:</b>	<b>FEITO POR:</b>
<b>PLANO:</b>	<b>ESCALA:</b>	<b>TIPO:</b>	<b>INDICAÇÃO:</b>
<b>CONTROLE:</b>	<b>PROJETO:</b>	<b>DETERMINAÇÃO:</b>	<b>INDICAÇÃO:</b>
<b>APPROVAÇÃO:</b>			
<b>APPROVADO:</b>	<b>APPROVADO:</b>	<b>APPROVADO:</b>	<b>APPROVADO:</b>
<b>DATA:</b>	<b>DATA:</b>	<b>DATA:</b>	<b>DATA:</b>

# Malha de Injeção



## Tanques de Mistura





## Mainfolds e Hidrômetros



## Saída da Área de Preparação





## Controle da Pressão de Injeção





## Monitoramento da Temperatura na Injeção



## Resultados Alcançados

- ❖ Ação simultânea de Oxidantes resultou na redução média de 75% da contaminação, após 1 campanha de Injeção de 10 dias (Monitoramento 6 meses após a campanha)
- ❖ Elevação da temperatura para aproximadamente 37 °C nos poços de injeção (Maximização dos Radicais Livres)
- ❖ Área residual de Tratamento = 200 m<sup>2</sup>



**OBRIGADO!!!**

**Contatos:**

**Fernando Medeiros**

**Gerente de Projeto**

**Fone: 11-77544365**

**TECNOHIDRO PROJETOS AMBIENTAIS LTDA**

**Email: [medeiros@tecnohidro.com.br](mailto:medeiros@tecnohidro.com.br)**

**Isaac Aboulafia , P.E.**

**Senior Vice President**

**Fone: 713.585.7000**

**MECX**

**Email: [isaac.aboulafia@mecx.net](mailto:isaac.aboulafia@mecx.net)**